



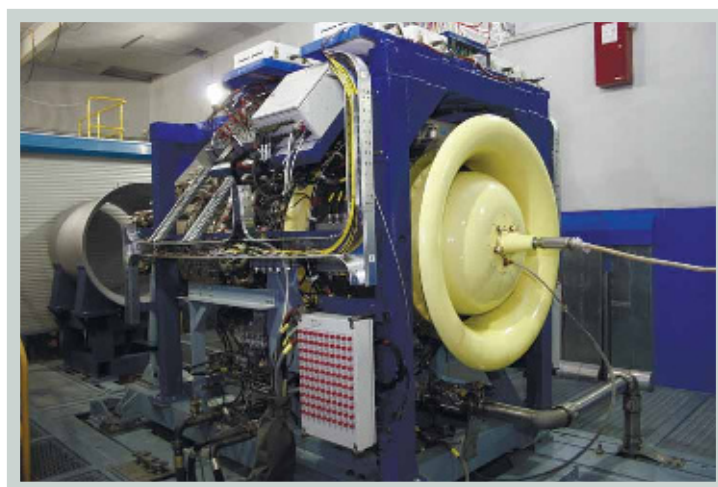
Научно-производственное предприятие «МЕРА»

Автоматизация стенда для испытания авиационных двигателей

www.nppmera.ru

Испытания современных двигателей, в том числе двигателей семейства ПС-90 и перспективного двигателя ПД-14 требуют особого внимания к используемым на мотороиспытательных станциях системам автоматизированного сбора и обработки данных. Это касается как станций, предназначенных для серийных испытаний, так и, в еще большей степени, станций с возможностью проведения доводочных испытаний.

Отвечающая современным требованиям система автоматизации стендовых испытаний обладает высокими метрологическими характеристиками, унификацией форматов данных и общих принципов построения системы, высокими показателями по надежности, длительным сроком гарантийного обслуживания, развитым программно-математическим обеспечением и позволяет эффективно использовать ресурсы предприятия.



Для оптимизации затрат на автоматизацию испытательных станций и унификации процесса испытаний на стендах ОАО «ПМЗ» и ОАО «Авиадвигатель», в частности в процессе совместных работ по программе создания перспективного двигателя ПД-14 принято решение о едином подходе к созданию систем автоматизации испытательных станций.

Учитывая многолетний положительный опыт сотрудничества ОАО «Авиадвигатель» с НПП «МЕРА» – ведущим российским предприятием, работающим в сфере создания автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС) и систем автоматизированного управления (САУ) для авиамоторной промышленности, на ОАО «Авиадвигатель» было принято решение об унификации средств автоматизации стендовых испытаний и использовании в качестве базового решения аппаратно-программных комплексов производства ООО «НПП «МЕРА».

Техническое задание на реконструкцию испытательного стенда № 9 цеха 21 ОАО «Авиадвигатель» для испытаний газогенераторов (ГГ) семейства перспективных двигателей ПД-14 разработано на основе технических условий на проектирование экспериментального газогенератора ПД-14.

Газогенератор ПД-14 предназначен для проведения как исследовательских, так и сертификационных испытаний. Испытательный стенд № 9 после реконструкции должен обеспечивать проведение специальных доводочных испытаний газогенераторов:

- при атмосферных условиях;
- с подогревом воздуха на входе в газогенератор;
- с надувом и подогревом воздуха на входе в газогенератор.



Задача

В числе прочих основных и вспомогательных систем стенда № 9 (силоизмерительной, транспортировочной, топливной, запуска, маслосистемы, систем подогрева и наддува, систем имитации отборов и т. д.) должна быть модернизирована автоматизированная система (АС) управления, измерения, контроля и регистрации параметров.

АС должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.596 и обеспечивать:

- измерение и регистрацию параметров газогенератора и стендовых систем на установившихся и неустойчивых режимах работы газогенератора;
- синхронизацию измерения параметров всех подсистем стенда, в том числе с САУ газогенератора;
- контроль состояния двигателя, его параметров, выдачу предупредительных сигналов при выходе параметров за пределы значений, установленных соответствующей нормативной документацией;
- предварительную обработку и анализ результатов испытаний и расчетных характеристик испытываемого ГГ в соответствии с заданной программой;
- непрерывный вывод информации о состоянии испытываемого ГГ, стендовых систем, процесса испытаний на экран монитора;
- просмотр информации с испытания ГГ в темпе испытания на рабочих местах инженеров-исследователей;
- выдачу протоколов испытаний с результатами регистрации и обработки параметров испытываемого двигателя, агрегатов и систем;
- выработку рекомендаций по отладке и регулировке режимов испытаний и выдачу управляющих сигналов на исполнительные механизмы;
- сигнализацию аварийных режимов и ситуаций на ГГ и стендовых системах, и автоматическую блокировку с выдачей необходимой информации на монитор и запись на жесткий диск для последующего анализа;
- градуировку и калибровку измерительных каналов;
- автоматическую фиксацию времени, даты и режима испытаний для последующего анализа и статистической обработки результатов;
- выполнение тренд-анализов по выбранным параметрам из фонда испытаний;
- хранение результатов испытаний в памяти компьютера для последующей обработки и анализа;
- самодиагностику системы;
- требуемую надежность функционирования системы в соответствии с ГОСТ 24.701.

По результатам испытаний должен оформляться рабочий протокол испытания и выполняться построение графических зависимостей.

АС должна выполнять функцию управления работой газогенератора и стендовых систем. Необходимо предусмотреть измерение температур и тензонапряжений с роторных деталей газогенератора с использованием радиотелеметрического токосъёмника.

Для контроля вибронапряжений и радиальных зазоров рабочих лопаток компрессора и турбины предусмотреть систему бесконтактного измерения.

Предусмотреть систему измерения вибраций корпусов.

Предусмотреть защиту каналов измерения от помех: разработать отдельную схему прокладки высокочастотных измерительных каналов для подключения датчиков к регистрирующей аппаратуре.

Результаты тензометрирования и вибрографирования элементов газогенератора (лопатки, диски, трубопроводы и т. д.) должны визуализироваться и обрабатываться в темпе испытания с предварительной оценкой величин в процессе испытания.

Подсистема измерения и регистрации медленноменяющихся параметров (ММП) должна обеспечивать:

- общее количество регистрируемых параметров – 2000;
- частоту регистрации – до 100 Гц;
- объем регистрируемых данных – до 46 Гб/час;
- визуализацию и анализ медленноменяющихся параметров в темпе эксперимента как на рабочих местах инженеров на стенде, так и на рабочих местах в спецотделах ОКБ в режиме реального времени.

Подсистема измерения и регистрации быстроменяющихся параметров (БМП) должна обеспечивать:

- общее количество регистрируемых параметров – до 300;
- частоту регистрации – до 100 кГц;
- объем регистрируемых данных – до 150 Гб/час;
- визуализацию и анализ быстроменяющихся параметров в темпе эксперимента на рабочих местах инженеров на стенде.

Специальная система видеонаблюдения (4 видеокамеры) на стенде должна обеспечивать:

- объём записываемых данных – до 4 Гб/час;
- перезапись после испытания данных видеонаблюдения в сетевое хранилище данных.

Цели модернизации

- Обеспечение точности измерения параметров испытываемого газогенератора и технологического оборудования в соответствии с требованиями ОСТ 1 01021-93, ОТУ 2006.
- Повышение достоверности значений измеряемых параметров.
- Повышение надёжности работы технологического оборудования и испытываемого изделия.
- Снижение эксплуатационных затрат на подготовку, проведение эксперимента и обработку результатов испытания.
- Сокращение трудоёмкости, времени подготовки и проведения испытания и обработки результатов.



Сканеры давления NS 9116™



Сканеры температуры MIC-140

Решение

На ОАО «Авиадвигатель» совместно с НПП «МЕР» разработана единая модель построения средств автоматизации, в том числе многофункциональная программная среда «ПАРУС».

Для регистрации параметров работы двигателя на установившихся и переменных режимах используется двухуровневая автоматизированная информационно-измерительная система «ПАРУС-М9».

1-й (нижний) уровень состоит из набора подсистем на базе программно-аппаратных средств разработки НПП «МЕРА», предназначенных для измерения и регистрации информации с двигателя, технологических и управляющих систем.

2-й (верхний) уровень – рабочие места оператора и инженеров на стенде, предназначенные для приема и объединения информации от всех подсистем нижнего уровня, обработки и визуализации данных, управления технологическим оборудованием, формирования протокола, записи на диск, выдачи параметров в сеть предприятия в темпе испытания.

Система автоматизированного управления (САУ), созданная совместно со специалистами ООО «Энрима».



MIC-ДФМ

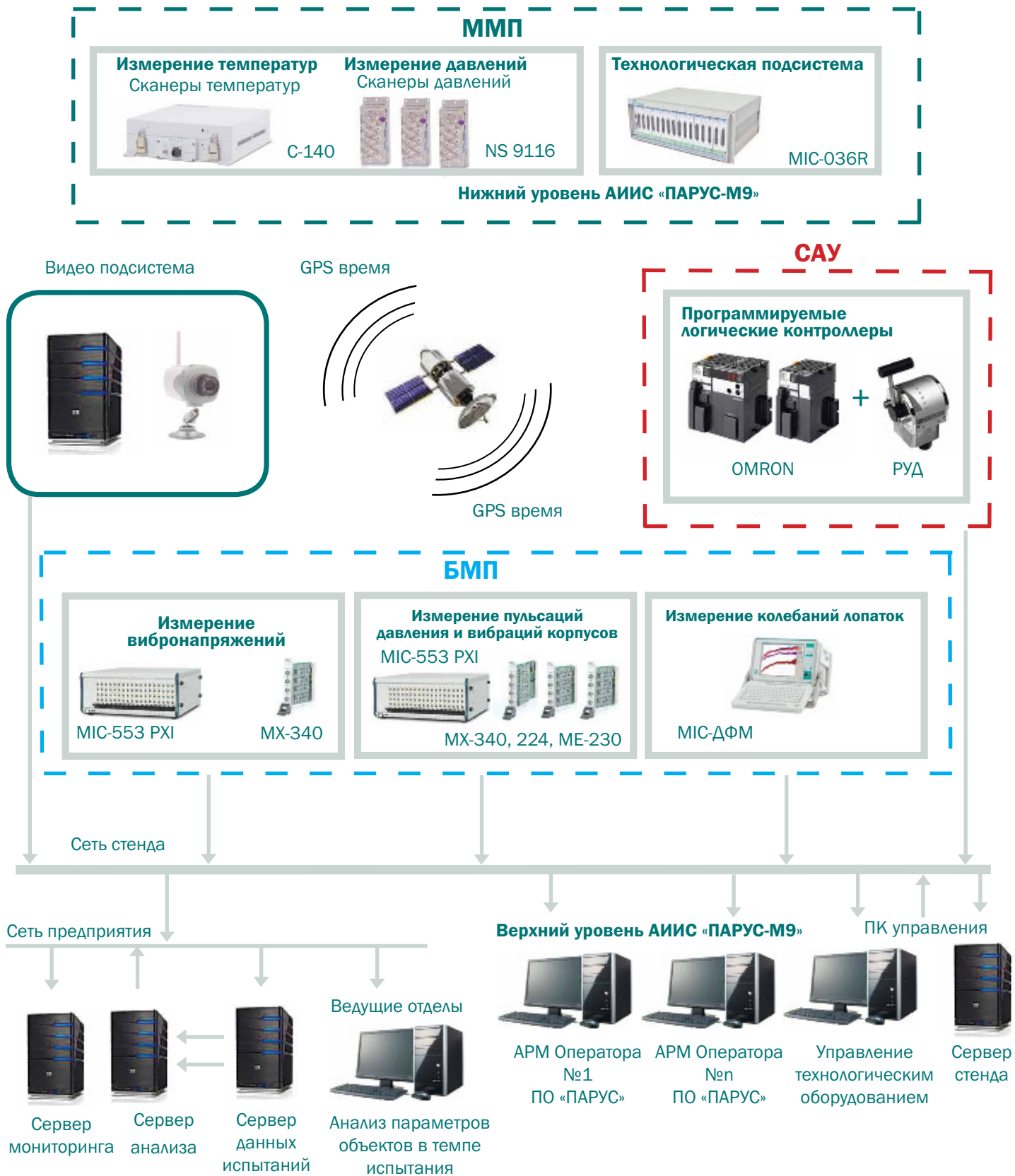


MIC-553 PXI



MIC-036 RXI

Двухуровневая автоматизированная система «ПАРУС-М9»





Автоматизированный комплекс измерения и управления испытаниями газогенератора двигателя ПД-14 включает в себя:

подсистему измерений медленноменяющихся параметров:

- распределенная система измерений на базе сканеров температуры MIC-140 и сканеров давления NS 9116
- система измерения штатных параметров и параметров спецпрепарирования на базе MIC-036;
- система измерения с электронного регулятора двигателя;
- система управление технологическим стендовым оборудованием на базе программируемых логических контроллеров OMRON;
- система управления ГГ двигателя ПД-14 (РУД);

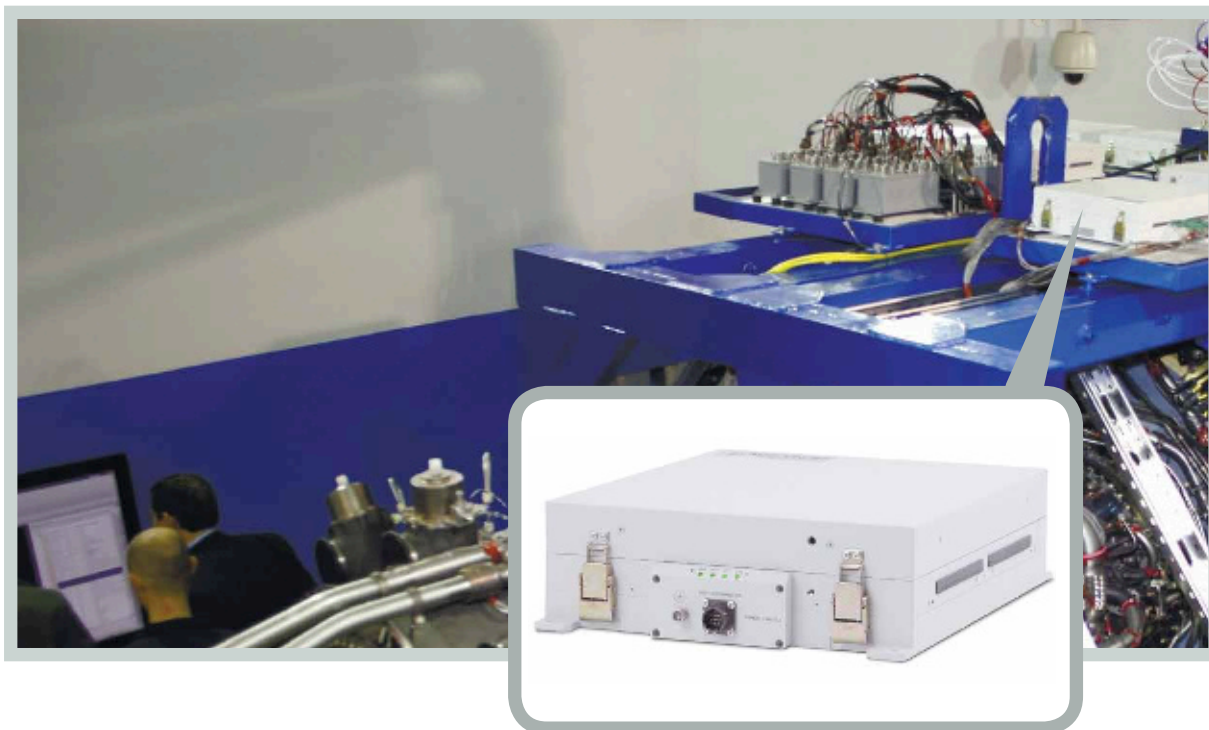
подсистему измерений быстроменяющихся параметров:

- система измерения параметров тензометрирования и вибрографирования на статорных деталях на базе MIC-553;
- цифровая телеметрическая система измерения параметров тензометрирования и термометрирования на роторных деталях;
- система бесконтактных измерений виброперемещений и вибронапряжений рабочих лопаток;

подсистему видеонаблюдения.

Подсистема измерения температур

- 864 канала
- сканеры температуры MIC-140, установленные на адаптер ГГ



Сканер температуры MIC-140

- количество каналов измерения – 96 (индивидуальная градуировка каналов);
- типы термопар: ХК, ХА, МК, ПП и др.;
- основная погрешность измерений в зависимости от типа термопар – 0,2...1 °С;
- погрешность компенсации температуры «холодного спая» < 0,2 °С;
- групповая гальваническая развязка – 500 В;
- частота опроса – 10...100 Гц/канал;
- передача данных по Ethernet;
- синхронизация данных по стандарту IRIG-B

Подсистема измерения медленноменяющихся давлений

- 416 каналов
- сканеры давления NS 9116™, установленные на адаптере ГГ

NetScanner 9116™

- память с возможностью установки пользователем конфигурации эксперимента;
- относительная погрешность $\pm 0,05$ %;
- частота опроса до 500 Гц/канал;
- передача данных по Ethernet (протоколы TCP и UDP);
- диапазон измерения давлений до 850 psi (5860 кПа);
- встроенные функции переустановки нуля, очистки и контроля утечек;
- прочный пылевлагозащищённый корпус;
- синхронизация данных по стандарту IRIG-B*

В настоящий момент НПП «МЕРА» располагает сканерами давления MIC-170 собственной разработки

- основная приведенная погрешность измерений не более $\pm 0,05$ %;
- диапазоны измерения давлений дифференциальных, psi (кПа): 0...2 (13,8)/0...5 (34,5)/0...15 (103,4)/0...30 (206,8)/0...50 (344,7)/0...100 (689,5)/0...200 (1380)/0...500 (3447,4)/0...1000 (6894,8);
- рабочий диапазон температур от - 40 до + 60 °С;
- передача данных по Ethernet;
- синхронизация данных по стандарту IRIG-B;
- степень защиты оболочки IP 65



Сканер давления
MIC-170

* В комплексе со специализированным блоком коммутации (МБР) и специализированным ПО

Подсистема измерения параметров технологического стендового оборудования



MIC-036R

- 380 каналов
- измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) MIC-036R, оснащённые набором модулей серии MC*:
 - модуль для измерения относительного напряжения тензодатчиков MC-212;
 - модуль для измерения напряжения в милливольтном диапазоне MC-227K11;
 - модуль для измерения электрического сопротивления постоянному току MC-227R3;
 - модуль для измерения силы тока MC-227C2;
 - модуль для измерения относительного сопротивления потенциометрических датчиков MC-227UP;
 - модуль для измерения напряжения в вольтном диапазоне MC-227U2;
 - модуль для измерения частоты сигнала произвольной формы в диапазоне до 400 кГц MC-451;
 - модуль ввода дискретных (цифровых) сигналов MC-401;
 - модуль вывода дискретных (цифровых) сигналов «сухой контакт» MC-406;
 - модуль для измерения напряжения постоянного и переменного тока в диапазоне частот до 28 кГц MC-201.

Подсистема измерения динамических напряжений (тензонапряжений) лопаток

- 200 каналов
- ИВК МС-553 РХИ с установленными в них измерительными модулями МХ-340 РХИ.

МХ-340 РХИ

- усиление, измерение сигналов от тензодатчиков, выполненных по схеме измерительного моста, $\frac{1}{2}$ -моста, $\frac{1}{4}$ -моста, одиночных тензорезисторов
- 4 независимых канала со встроенными программно отключаемыми тензоусилителями
- возможность работы с датчиками со встроенной электроникой (ICP™, Isotron™, Deltatron™ и т. д.), в т. ч. оснащенными TEDS
- питание тензодатчиков постоянным током с регулируемой величиной тока или напряжения (выбирается программно, независимо для каждого канала)
- дифференциальный и недифференциальный вход по напряжению
- аналоговые программно отключаемые ФНЧ и ФВЧ
- измерение постоянной составляющей динамического процесса
- встроенные диагностические функции



МХ-340



Технические характеристики МХ-340 РХИ

Диапазон частоты опроса, Гц/канал	422...216000
Разрядность АЦП, бит	24
Диапазон токов питания тензодатчиков, мА	0,1...30
Основная приведенная погрешность измерения (при частоте опроса 216 кГц), %	0,1
Частотный диапазон измерений, кГц	0...100
Полоса пропускания каналов по уровню -3 дБ (ФНЧ отключен), кГц	0...100 (одиночный тензорезистор: 10 Гц...100 кГц)
Динамический диапазон измерения, дБ, не менее	100
Программируемые коэффициенты усиления	10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 (10000 опционально)
Номинальная частота среза программно отключаемого встроенного ФНЧ (по уровню -3 дБ), кГц	2; 40
Номинальная частота среза программно отключаемого встроенного ФВЧ (по уровню -3 дБ), Гц	1,7

Подсистема измерения вибраций корпусов

- 24 канала
- ИВК MIC-553 PXI с установленными в них измерительными модулями MX-224 PXI

MX-224 PXI

- универсальный модуль для динамических измерений
- 4 независимых канала
- возможность работы с датчиками со встроенной электроникой (ICP™, Isotron™, Deltatron™ и т. д.), в т. ч. оснащенными TEDS
- аналоговые программно отключаемые ФНЧ и ФВЧ
- возможность измерения постоянной составляющей динамического процесса
- встроенные диагностические функции



Технические характеристики MX-224 PXI

Диапазон частот опроса по каналу, Гц/канал	422...216000
Разрядность АЦП, бит	24
Входной амплитудный диапазон измерений по напряжению, В	± 10
Основная приведенная погрешность измерения напряжения на частоте 1 кГц, %	0,1
Частотный диапазон измерений, кГц	0...100
Динамический диапазон измерений, дБ, не менее	120
Неравномерность АЧХ в частотном диапазоне измерений 0...98 кГц, дБ, не более	± 0,1

Подсистема измерения пульсаций давления

- 16 каналов
- построена на базе измерительных модулей МХ-224 РХІ, устанавливаемых в крейт МІС-553 РХІ подсистемы измерения корпусных вибраций, и усилителей-преобразователей сигналов МІС-036 РХІ с модулями МЕ-230 и МЕ-320F.



MIC-036 RXI

МЕ-320F

- преобразование, усиление и фильтрация сигналов тензодатчиков
- питание тензодатчиков постоянным током с регулируемой величиной тока или напряжения
- работа с датчиками или тензорезисторами, включенными по схеме измерительного моста, полумоста, четвертьмоста, одиночными тензорезисторами
- содержат цепи компенсации сопротивления кабеля (4, 6, 8-проводная схема подключения тензодатчика)
- возможность проведения статико-динамических измерений
- поканальная гальваническая развязка входных и выходных цепей
- автобалансировка
- самотестирование

Технические характеристики МЕ-320F

Количество каналов	2
Коэффициент усиления (выбирается программно)	1; 10; 100; 1000; 10000
Основная приведенная погрешность коэффициента усиления по постоянному току, %	0,1
Номинальная частота среза ФНЧ по уровню - 3 дБ (отключается и выбирается программно), Гц	10; 100; 1000; 10000
Номинальная частота среза ФВЧ по уровню - 3 дБ (отключается и выбирается программно), Гц	100
Полоса пропускания канала по уровню -3 дБ (ФНЧ отключен), кГц	до 100
Входной динамический диапазон, дБ, не менее	100
Диапазон напряжений питания тензодатчиков (устанавливается программно), В	1...10
Диапазон токов питания тензодатчиков (устанавливается программно), мА	2,5...5

ME-230

- усиление и фильтрация сигналов пьезоэлектрических датчиков;
- тип входа выбирается программно в меню настройки:
дифференциальный/недифференциальный (вход по заряду), ICP (вход по напряжению);
- возможность работы с датчиками со встроенной электроникой (ICP™, Isotron™, Deltatron™ и т. д.), в т. ч. оснащенными TEDS



Технические характеристики ME-230

Количество каналов	2
Программно выбираемый коэффициент усиления (в режиме вход по заряду), мВ/пКл	1; 10; 100; 1000; 10000
Основная приведенная погрешность коэффициента усиления в режиме входа по заряду, %	0,5
Полоса пропускания канала (по уровню -3 дБ), кГц	2...100
Входной динамический диапазон, дБ, не менее	100
Коэффициент усиления в режиме входа по напряжению, В/В	1
Ток питания датчиков типа ICP (в диапазоне напряжений 0,5...29 В), мА	4; 10

Все измерительные подсистемы стенда объединены в локальную компьютерную сеть:

- скорость передачи данных – 1000 Мб/с;
- адаптируема – имеет возможность расширения и установки дополнительных рабочих мест в пределах стенда;
- надежна – сохраняет работоспособность систем управления двигателем при выходе из строя некоторых узлов или конечного сетевого оборудования;
- трафик в локальной сети оказывает минимальное влияние на общую компьютерную сеть предприятия.

Локальная компьютерная сеть стенда имеет выход в общую компьютерную сеть предприятия, в которой организованы сетевые ресурсы для хранения, обработки и анализа зарегистрированной информации, как в темпе испытания, так и после проведения испытания.

Подсистема измерения вибраций рабочих лопаток

- 16 каналов
- ИВК МИС-ДФМ, предназначенный для измерения дискретно-фазовым методом колебаний торцов рабочих лопаток компрессоров и турбин. Высокая разрешающая способность ($\Delta A = 0,01$ мм) МИС-ДФМ позволяет измерять прогибы и развороты рабочих лопаток КВД, т. е. оценивать статические деформации при температурах в проточной части турбины до $+ 400$ °С.

Преимущества по сравнению с тензометрированием:

- возможность одновременного измерения колебаний всех лопаток рабочего колеса;
- неограниченный эксплуатационный ресурс индукционных и емкостных датчиков по сравнению с тензорезисторами;
- возможность определять прогиб и разворот лопаток под воздействием центробежных сил и аэродинамических нагрузок;
- не требует использования токосъёмников (что особенно удобно при исследовании двух- и трёхвальных турбомашин);
- не требует препарирования лопаток и доработки деталей ротора для прокладки кабелей.



МИС-ДФМ

Технические характеристики МИС-ДФМ

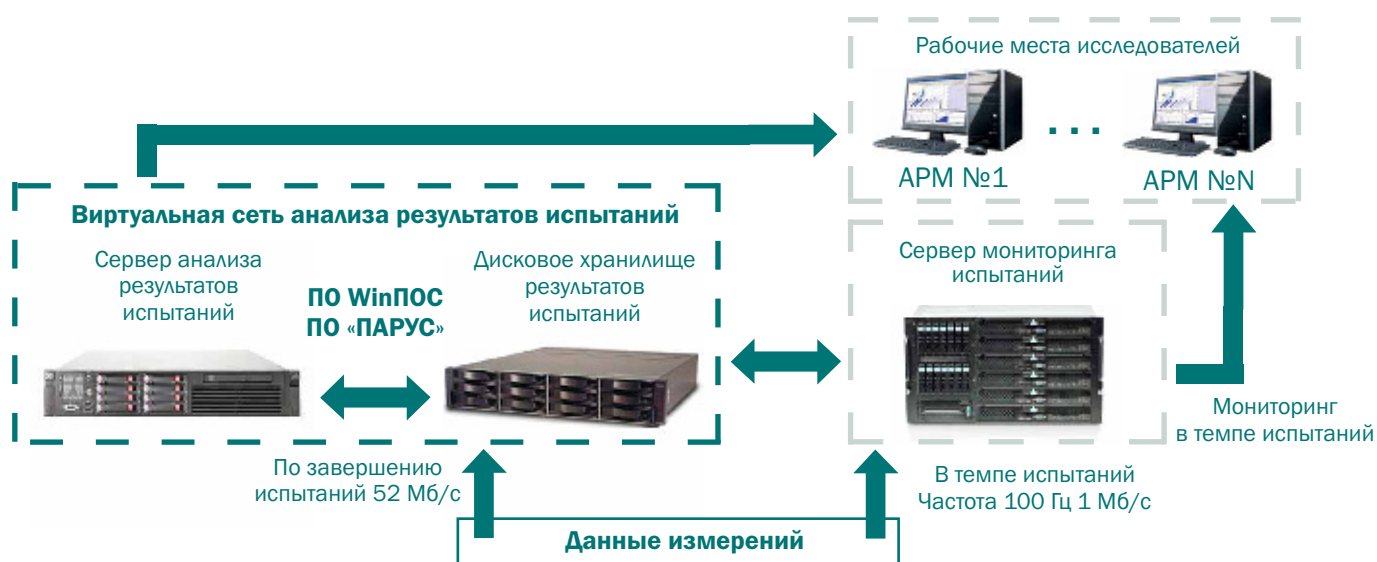
Количество измерительных каналов	от 4 до 24
Количество роторов объекта исследований	1 или 2
В качестве канала системы единого времени используется любой из измерительных каналов	
Дискретность измерения отрезков времени, нс	25
Погрешность измерения мгновенного положения лопатки при частоте вращения ротора 24 000 об/мин, рад	0,00004
Амплитуда входных импульсов	20 мВ...5 В
Скорость вращения ротора, об/мин (Гц)	300...30000 (5...500)

Для оперативного проведения мониторинга и анализа параметров двигателя в темпе испытания организована передача информации в режиме реального времени по компьютерной сети из АИИС «ПАРУС» верхнего уровня на удаленные рабочие места в спецотделах ОКБ.

На рабочих места в спецотделах установлено клиентское приложение, обеспечивающее:

- прием информации с сервера мониторинга испытаний в реальном времени с частотой обновления данных до 10 Гц;
- визуализацию параметров на экране (отображение информации в виде, идентичном отображению на экране бригадира) с возможностью смены экранов и формирования новых шаблонов отображения информации;
- для выполнения экспресс-анализа предусмотрен экспорт информации в формат «Excel» по заданным шаблонам с записью на локальный диск в режиме реального времени с частотой прореживания 1 Гц и выполнение независимых замеров на рабочих местах.

Для оперативного анализа результатов испытаний, размещённых в хранилище данных, в сети предприятия организован сервер анализа, на котором установлено серверное приложение, выполняющее mainframe обработку данных. Это позволяет выполнять ресурсоёмкие математические расчёты на выделенном компьютере-«сервере», и получать результаты вычислений для анализа на компьютере-«клиенте». Применение mainframe метода обработки данных позволяет минимизировать требования к ресурсам рабочих мест пользователей, снижает нагрузку на информационные сети и при этом даёт возможность проводить комплексную полнофункциональную обработку большого объема данных.



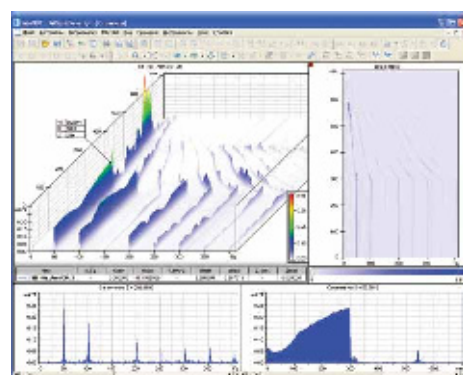
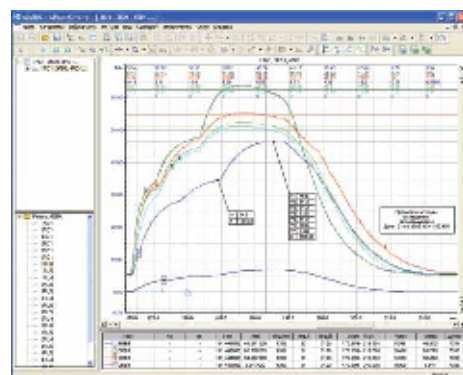
Данные по испытаниям хранятся и обрабатываются в едином информационном пространстве в унифицированных форматах.



Для послеэкспериментальной математической обработки данных используется программное обеспечение WinПОС.

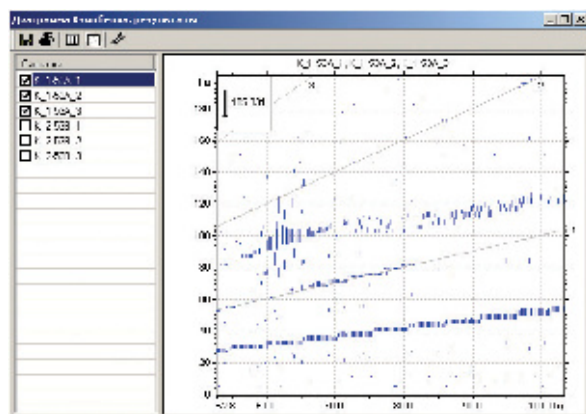
WinПОС

- более 50 алгоритмов обработки сигналов
- работа с 3D сигналами, построение 3D спектров
- редактирование сигналов
- поддержка различных форматов измерительных файлов
- встроенный редактор сценариев: среда для отладки и выполнения сценариев на VBScript
- интерфейсы для создания собственных подключаемых модулей или приложений
- виброанализ
- быстрая обработка сигналов длиной до 2 миллиардов значений
- интеграция с ПО «Recorder» и «MR-300»
- средства оформления отчётов
- развёрнутая справочная система



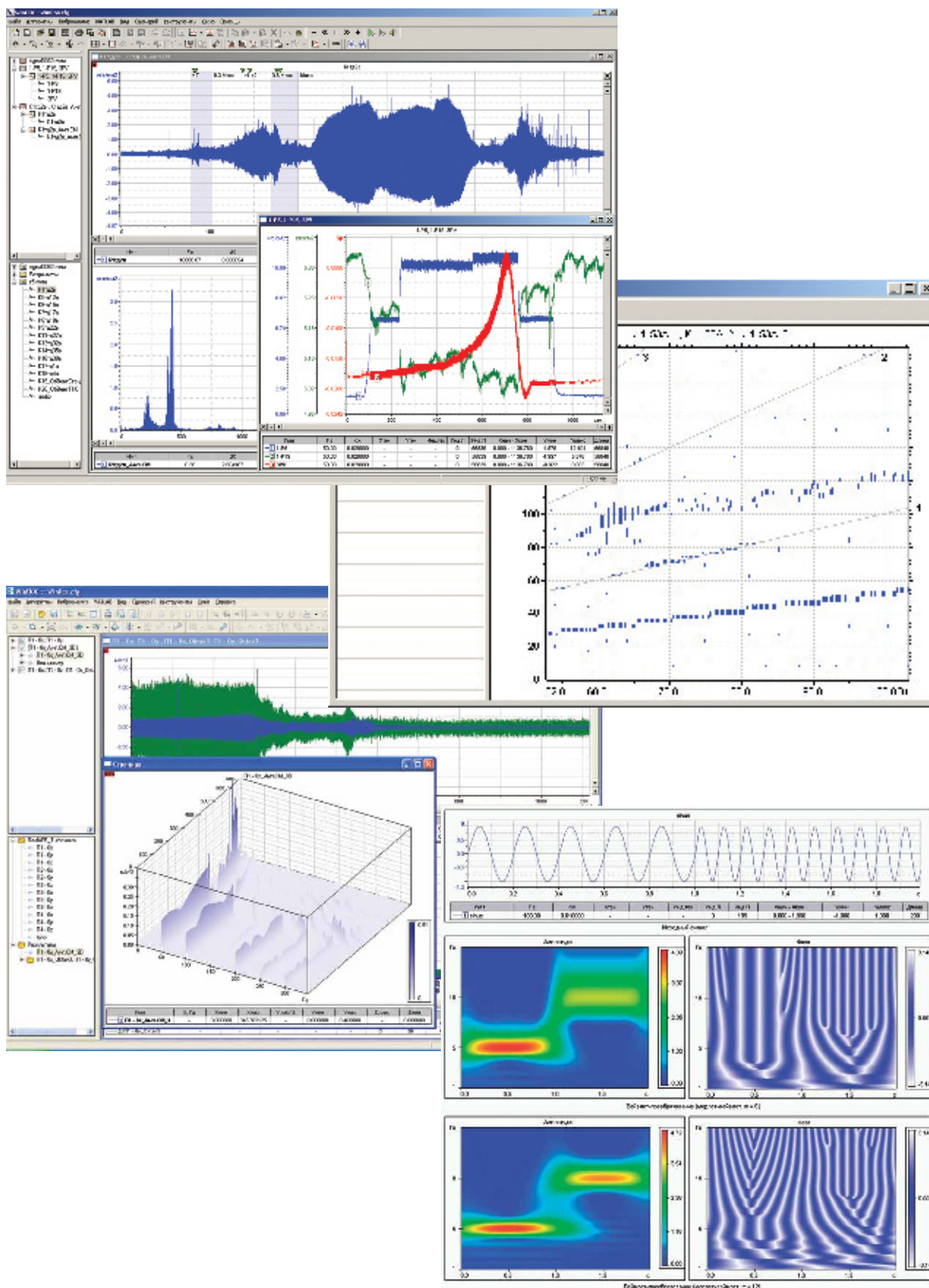
Алгоритмы обработки

- автоспектр:
 - амплитудный спектр, спектр мощности, спектр плотности мощности, спектр плотности энергии, модуль и фаза, октавный, 1/3-октавный, 1/12-октавный, 1/24-октавный спектры
 - весовые окна Ханнинга, Блэкмана-Харриса, FLAT-TOP, прямоугольное и треугольное;
- взаимный и комплексный спектр;
- 3D-спектр;
- передаточная функция;
- функция когерентности и некогерентности;
- преобразования спектра;
- фильтрация рекурсивная и нерекурсивная;
- передискретизация;
- логарифмирование;
- интегрирование и дифференцирование;
- нормирование и центрирование;
- огибающая;
- диаграмма Кэмпбелла;
- автокорреляция и взаимная корреляция;
- вероятностные характеристики и т. д.



WinPOS

Примеры представления информации



MR-300

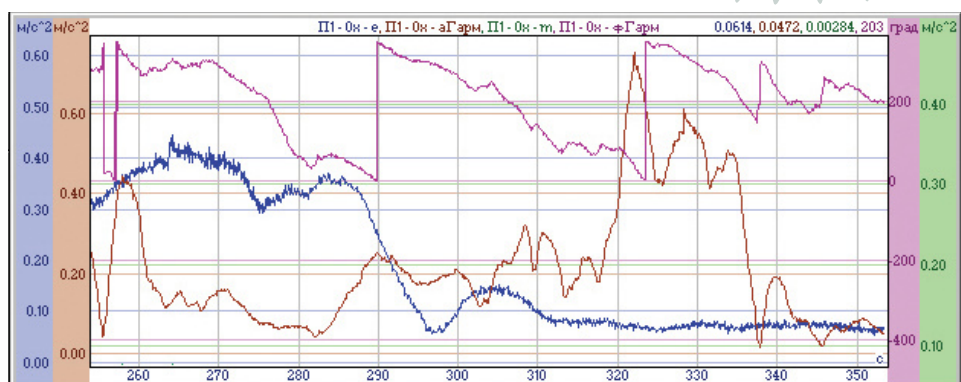
ПО регистрации и экспресс-анализа параметров динамических процессов

ПО MR-300 предназначено для управления регистраторами-анализаторами динамических процессов MIC-550 PXI.

MR-300 3.0 позволяет управлять измерительными каналами, производить их настройку, сохранять градуировочные характеристики, управлять процессами записи/воспроизведения, производить экспресс-анализ измерительных данных с отображением на экране необходимых параметров и расчётных характеристик. Обеспечивается вывод измеряемых величин и преобразованных параметров на дисплей одновременно по произвольному количеству каналов.



Текущее цифровое значение измеряемого или рассчитываемого параметра; число значащих цифр определяется в диалоге настройки



MR-300 сохраняет весь поток измерительных данных с точной привязкой по времени, что позволяет максимально точно воспроизвести картину событий эксперимента и значительно увеличивает достоверность выводов и расчётов.

MR-300

Примеры представления информации



Преимущества

- Все подсистемы измерения и управления объединены в универсальный комплекс.
- Цифровой характер подсистем измерения, а также использование распределённой схемы построения измерительной подсистемы ММП позволили сократить объем кабельной сети, существенно повысить помехозащищённость слаботочных измерительных каналов, а вместе с тем точность измерений и достоверность получаемых данных.
- Адаптерный принцип постановки двигателя на испытательный стенд значительно сократил время подключения измерительной аппаратуры.
- Внедрение интеллектуальных сканеров температуры MIC-140 позволяет получать результаты измерения температуры в физических единицах с высокой точностью, значительно сократить длину кабельных линий связи за счёт расположения сканеров на раме адаптера.
- Система видеонаблюдения позволяет в режиме видеоконференции осуществлять двухстороннюю связь наблюдательной и тензометрической кабин, что исключает задержку и потерю информации при исследовании быстротекущих процессов испытаний и повышает оперативность взаимодействия.
- ПО системы позволяет наблюдать за процессом испытания с рабочего места инженера-конструктора, расположенного вне испытательного стенда и повышает оперативность предоставления информации всем заинтересованным специалистам.
- Единое информационное пространство, предусматривающее обмен измерительной информацией из единой базы данных между удалёнными потребителями, и mainframe метод обработки данных позволяют значительно упростить доступ к данным и оптимизировать процесс их обработки.



Результаты

- Впервые на предприятии разработана и внедрена АС, по своим техническим, функциональным и метрологическим характеристикам удовлетворяющая требованиям ОСТ 1 01021-93.
- Увеличился объем измеренных параметров работы изделия и оборудования стенда, что привело к сокращению времени испытания (особенно на критических режимах и при тензометрировании), за одно испытание обеспечивается получение большего объема информации за счёт сохранения информации тензодатчиков при высоких режимах работы.
- За счёт увеличения точности измерений повысилась достоверность получаемых данных, что исключает необходимость повторных испытаний и тем самым уменьшает затраты на достижение требуемого результата.
- Обеспечение точности измерения параметров испытываемого изделия и технологического оборудования в соответствии с требованиями ОСТ 1 01021-93, ОТУ 2006 достигнуто:
 1. применением датчиков давления, имеющих погрешность не более $\pm 0,25$ %, а также использованием специальных технико-технологических решений (индивидуальная градуировка термодатчиков, термометров сопротивления, датчиков положения);
 2. применением интеллектуальных сканеров температуры МІС-140, выдающих результаты, не требующие дополнительной обработки (в физических величинах), и располагаемых на минимально допустимом расстоянии от места отбора;
 3. применением многоканальных измерительно-вычислительных комплексов МІС, погрешность измерения основных модулей которых не превышает 0,1 % от верхнего предела измерений;
 4. применением цифрового приёма информации от многоканальной радиотелеметрической системы одновременно по всем каналам тензометрирования и термометрирования без преобразования в аналоговый сигнал.
- Повышение достоверности значений измеряемых параметров достигнуто:
 1. за счёт высокой частоты измерения параметров комплексов МІС (до 216 кГц в зависимости от типа измеряемого параметра);
 2. синхронизацией работы технических средств, средств видеонаблюдения и привязкой измерительной информации к единой шкале времени и к абсолютному времени по протоколу IRIG-B (при одинаковой частоте опроса сдвиг по времени не более 1 мс; для быстроменяющихся параметров 200 нс);
 3. применением ПО в многопроцессорной, многофункциональной среде Windows, что позволяет выполнять расчёты и построение графических зависимостей в темпе испытания практически по любым математическим и статистическим алгоритмам за заданный интервал времени;
 4. исключением субъективной ошибки за счёт постоянного мониторинга системой работы стендового оборудования и параметров испытываемого изделия; введением функции автоматического контроля над сроками периодической поверки/калибровки.

- Функции аварийного и предаварийного контроля параметров существенно снижают вероятность появления дефектов при испытании и уменьшают уровень психологической нагрузки на испытателей.
- Отсутствие субъективного фактора (запись результатов измерений с приборов механиком-испытателем) исключает вероятность получения неверного результата.
- Измерительная информация, получаемая от системы, позволяет практически сразу строить нужные зависимости, графики, эпюры, выполнять дальнейшую обработку результатов измерений.

«26 ноября 2010 года в ОАО «Авиадвигатель» успешно произведён первый запуск и начаты испытания газогенератора-демонстратора ПД-14 для перспективного семейства авиационных двигателей и промышленных газотурбинных установок. Запуску предшествовала тщательная подготовка и проверка всех систем испытательного стенда, уникального комплекса измерительной аппаратуры.

Запуск газогенератора-демонстратора состоялся в намеченные сроки и является одним из ключевых событий в процессе создания перспективного российского двигателя. В первые часы испытаний успешно проведены измерения более 800 параметров газогенератора. В настоящее время ведётся обработка полученных данных. Испытания газогенератора-демонстратора продолжаются в соответствии с намеченной программой».

<http://www.avid.ru/pr/news/1087>

За месяц первого этапа испытаний объём полученных данных превысил один терабайт, количество зарегистрированных и расчётных параметров составило более 4 500.

Специалистами НПП «МЕРА» и ОАО «Авиадвигатель» продолжается разработка средств автоматической обработки данных, а также ведутся работы по дальнейшей оптимизации хранения измерительной информации.

